

LA REALIDAD AUMENTADA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN CONTEXTO UNIVERSITARIO

Augmented Reality as a Teaching Strategy for Internal Combustion Engines in a University Context

Rodrigo Andrés Cárdenas Yáñez, <https://orcid.org/0000-0002-3150-9083>

Wilma Lorena Gavilanes López, <https://orcid.org/0000-0002-2563-6633>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

*Autor para correspondencia. email: racardenas1@pucesa.edu.ec

Para citar este artículo: Cárdenas Yáñez, R. A. y Gavilanes López, W. L. (2024). La realidad aumentada como estrategia de enseñanza de motores de combustión interna en un contexto universitario. *Maestro y Sociedad*, 21(2), 704-714. <https://maestroysociedad.uo.edu.ec>

RESUMEN

Introducción: Este estudio, llevado a cabo en el Instituto Superior Universitario Cotopaxi, Ecuador, dentro de la carrera de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diésel y Gasolina, exploró la Realidad Aumentada (RA) como estrategia pedagógica para la enseñanza de motores de combustión interna (MCI). El objetivo fue evaluar la efectividad de la RA para mejorar la comprensión teórica y práctica de estos mecanismos entre los estudiantes universitarios. Materiales y métodos: Utilizando un diseño pretest-posttest, se emplearon aplicaciones de RA específicas para la visualización y manipulación de modelos tridimensionales de motores, buscando enriquecer la experiencia educativa en la asignatura de Motores a Gasolina. La recolección de datos se basó en un cuestionario validado por expertos en educación técnica y RA. Resultados: El estudio reveló que la integración de la RA en la enseñanza de MCI mejora significativamente la comprensión de los principios y procesos de los motores, incrementa el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje, y promueve el desarrollo de habilidades prácticas relevantes en entornos profesionales. Discusión: Los métodos tradicionales utilizados para la enseñanza de MCI incluyen clases magistrales, laboratorios y prácticas, así como lecturas y estudios de caso. Estos métodos son útiles para presentar conceptos teóricos, permitir la interacción con motores reales y complementar la enseñanza teórica con ejemplos prácticos del mundo real. Conclusiones: La RA se presenta como una herramienta didáctica innovadora, capaz de transformar la enseñanza de contenidos técnicos complejos mediante experiencias prácticas e inmersivas.

Palabras clave: realidad aumentada, motores de combustión interna, educación superior, tecnología educativa, enseñanza interactiva.

ABSTRACT

Introduction: This study, carried out at the Instituto Superior Universitario Cotopaxi, Ecuador, within the course of Maintenance and Repair of Diesel and Gasoline Engines, explored Augmented Reality (AR) as a pedagogical strategy for teaching internal combustion engines (MCI). The objective was to evaluate the effectiveness of AR to improve the theoretical and practical understanding of these mechanisms among university students. Materials and methods: Using a pretest-posttest design, specific AR applications were used for the visualization and manipulation of three-dimensional models of engines, seeking to enrich the educational experience in the subject of Gasoline Engines. Data collection was based on a questionnaire validated by experts in technical education and RA. Results: The study revealed that the integration of AR into MCI teaching significantly improves the understanding of motor principles and processes, increases students' interest and motivation towards learning, and promotes the development of relevant practical skills. in professional environments. Discussion: Traditional methods used for teaching MCI include lectures, laboratories and practicals, as well as readings and case studies. These methods are useful for presenting theoretical concepts, allowing interaction with real engines, and complementing theoretical teaching with practical real-world examples. Conclusions: AR is presented as an innovative teaching tool, capable of transforming the teaching of complex technical content through practical and immersive experiences.

Keywords: augmented reality, internal combustion engines, higher education, educational technology, interactive teaching.

INTRODUCCIÓN

El contexto educativo del Ecuador es un terreno en constante evolución, influenciado por factores socioeconómicos, políticos y culturales. Desde la implementación de la Ley Orgánica de Educación Superior en 2010, el país ha experimentado una transformación significativa en su sistema universitario, con un enfoque en la calidad y la pertinencia de la educación superior. En cuanto al uso de tecnología en la enseñanza universitaria, Ecuador ha experimentado avances significativos en los últimos años. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el acceso a Internet ha aumentado de manera considerable en el país, lo que ha facilitado la integración de tecnologías digitales en el ámbito educativo.

Breve análisis de las tendencias tecnológicas en la enseñanza universitaria

En la enseñanza universitaria, las tecnologías emergentes están transformando la manera en que se diseñan y entregan los programas académicos. Según un estudio de Salazar (2020), la realidad aumentada, la realidad virtual y la inteligencia artificial son algunas de las tendencias tecnológicas más prometedoras en la educación superior. Estas tecnologías ofrecen nuevas formas de interactuar con el contenido educativo, facilitando el aprendizaje activo y experiencial.

La realidad aumentada, en particular, ha ganado popularidad en la enseñanza de disciplinas técnicas. Permite a los estudiantes visualizar y manipular objetos virtuales en entornos físicos, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos y la práctica de habilidades prácticas. Un estudio realizado por Romano (2022) encontró que el uso de realidad aumentada en la enseñanza de la anatomía humana mejoró significativamente el rendimiento académico y la retención de conocimientos de los estudiantes. Sin embargo, a pesar del potencial de estas tecnologías, su adopción en la enseñanza universitaria enfrenta desafíos significativos. La falta de infraestructura adecuada, la capacitación del personal docente y la resistencia al cambio son algunos de los obstáculos que deben superarse para integrar efectivamente la tecnología en el aula. Además, es necesario realizar una evaluación continua de estas prácticas para garantizar su efectividad y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

En resumen, el contexto educativo en Ecuador presenta una serie de desafíos y oportunidades en términos de acceso a la educación y la integración de tecnología en la enseñanza universitaria. Comprender estas tendencias y desafíos es fundamental para diseñar estrategias efectivas de enseñanza-aprendizaje que promuevan la equidad, la calidad y la innovación en la educación superior.

En la era digital actual, la educación se enfrenta a un desafío constante: adaptarse a las nuevas tecnologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y garantizar una comprensión profunda de conceptos complejos (Ordóñez, 2020). Uno de los campos donde esta necesidad se hace especialmente relevante es en la enseñanza de motores de combustión interna (en lo adelante MCI). Estos motores, omnipresentes en la industria y el transporte, constituyen un pilar fundamental en la formación de tecnólogos superiores y profesionales relacionados con la energía y la mecánica.

Uso de Realidad Aumentada en educación

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología revolucionaria que fusiona el mundo físico con elementos virtuales, creando una experiencia inmersiva donde objetos digitales se superponen y se integran en el entorno real. A través de dispositivos como smartphones, tabletas o gafas especiales, los usuarios pueden interactuar con información digital en tiempo real mientras exploran el mundo que los rodea. Esta tecnología no solo mejora la percepción sensorial, sino que también proporciona una capa adicional de información visual, sonora o táctil, enriqueciendo así la experiencia y ampliando las posibilidades de interacción con el entorno (Zaragoza y Cuevas, 2020).

La historia de la RA se remonta a la década de los 90, cuando emergió en el ámbito científico. En aquel entonces, la tecnología se centraba en computadoras de procesamiento rápido, renderizado de gráficos en tiempo real y sistemas de seguimiento de precisión portátiles, lo que permitía combinar imágenes generadas por computadora con la visión del mundo real (Aguirre et al. 2020). Aunque los conceptos básicos de la RA se introdujeron en los entornos cinematográficos de los años 80, fue a partir de los años 90 que los sistemas comenzaron a adoptar la concepción actual de la RA (Gómez et al., 2020).

En el ámbito educativo, la RA ha ganado relevancia debido a su potencial para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje. Según Rodríguez et al. (2021), la RA ofrece una amplia gama de aplicaciones en el

espacio educativo, adaptándose a las necesidades de docentes y alumnos en todos los niveles de educación. Es esencial que su uso se enfoque en los objetivos específicos que se desean alcanzar, considerando la RA como un recurso para mejorar el proceso educativo.

La RA proporciona una experiencia de aprendizaje más inmersiva que la enseñanza tradicional. Al permitir que los estudiantes interactúen con objetos y escenarios virtuales en su entorno real, la RA ofrece una sensación de participación activa en el aprendizaje. Esta interacción directa con el contenido promueve una comprensión más profunda y duradera de los conceptos estudiados, fomentando el aprendizaje participativo y experiencial (Sandoval y Tabash, 2021).

La interacción hombre-máquina es un aspecto fundamental de la RA como herramienta didáctica. Los gestos, movimientos, comandos de voz y otras formas de interacción permiten a los estudiantes controlar los objetos digitales superpuestos en el entorno de enseñanza-aprendizaje. Esta interacción fluida e intuitiva es esencial para una experiencia efectiva y satisfactoria de RA (Sandoval y Tabash, 2021).

En el contexto ecuatoriano, se ha observado un creciente interés por adoptar tecnologías innovadoras en la educación, y la RA ha sido reconocida como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje (Castillo y Quimbita, 2023). Sin embargo, es necesario implementar medidas que incluyan la provisión de recursos digitales en los centros educativos y la capacitación adecuada para los docentes (Aguirre *et al.*, 2020).

La investigación sobre el uso de la RA en educación ha demostrado su capacidad para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Estudios como el realizado por Marín y Gallego (2018) han encontrado que la RA despierta el interés y la curiosidad de los estudiantes, lo que conduce a un mayor compromiso y participación en el proceso de aprendizaje. Otros estudios han explorado el impacto de la RA en la comprensión de conceptos abstractos y en la creación de entornos de aprendizaje colaborativos (Gómez *et al.*, 2020).

En resumen, la RA tiene el potencial de transformar el proceso educativo al proporcionar experiencias de aprendizaje más atractivas, prácticas y significativas. A nivel internacional, numerosas investigaciones respaldan su viabilidad y beneficios potenciales, y aunque en Ecuador se requiere más investigación empírica, la literatura existente sugiere que la RA puede ser una herramienta pedagógica efectiva en el contexto educativo ecuatoriano.

En este contexto, el uso de realidad aumentada emerge como una herramienta prometedora para transformar la enseñanza de MCI. La realidad aumentada, definida por Azuma (1997) como "un sistema que combina elementos virtuales con el entorno real en tiempo real", ofrece la posibilidad de visualizar y manipular modelos tridimensionales de motores de manera interactiva e inmersiva.

Esta tecnología brinda a los estudiantes la oportunidad de explorar el funcionamiento interno de los motores, identificar componentes claves y comprender conceptos abstractos de manera más tangible y dinámica. Al permitir una experiencia de aprendizaje más práctica y participativa, la realidad aumentada no solo aumenta el interés y la motivación de los estudiantes, sino que también mejora la retención y comprensión de los conceptos enseñados. Además, la realidad aumentada facilita el acceso a recursos educativos innovadores y actualizados, rompiendo las barreras físicas y temporales de la educación tradicional. Los estudiantes pueden interactuar con modelos virtuales de MCI desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que les permite profundizar su comprensión y practicar habilidades de manera autónoma y colaborativa.

En resumen, la integración de la realidad aumentada en la enseñanza de MCI representa una oportunidad única para mejorar la calidad y la eficacia de la educación técnica y disciplinas relacionadas. Al combinar la teoría con la práctica, y lo virtual con lo real, esta tecnología promueve un aprendizaje activo, significativo y relevante para las demandas actuales y futuras del mercado laboral y la sociedad en su conjunto.

El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la efectividad de la realidad aumentada (RA) como herramienta pedagógica para enriquecer el aprendizaje en estudiantes universitarios sobre MCI, enfocándose en la mejora de la comprensión teórica y práctica de estos mecanismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto Superior Universitario Cotopaxi, Ecuador, específicamente en la carrera de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diésel y Gasolina. La investigación se centró

en evaluar el impacto de la incorporación de tecnologías de realidad aumentada (RA) como herramienta pedagógica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en este campo específico.

La muestra consistió en cuarenta (40) estudiantes matriculados en el tercer semestre de la asignatura de Motores a Gasolina durante el periodo académico 2022-2023. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico intencional, asegurando que todos tuvieran un interés declarado en tecnologías emergentes y no presentaran experiencias previas significativas con la RA para garantizar una línea base homogénea. Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado, entendiendo los objetivos del estudio y la confidencialidad de sus respuestas. Como instrumentos de recolección de datos se desarrolló una encuesta estructurada que incluía 10 preguntas agrupadas en las siguientes dimensiones: la percepción de la RA, la comprensión de conceptos, la motivación, y la evaluación de habilidades prácticas y teóricas, utilizando escalas Likert de cinco (5) puntos. La validación del cuestionario de esta encuesta se realizó en dos (2) etapas:

- Validación por expertos: Un panel de cinco (5) expertos en educación técnica y tecnología de RA revisó el cuestionario para asegurar su relevancia y adecuación. Esta validación se desarrolló de acuerdo con los criterios empleados por Hernández-Nieto Pertinencia, claridad conceptual, redacción y terminología, niveles de dificultad y formato.
- Validación estadística: Se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para evaluar si los ítems del test eran consistentemente fiables en los momentos fundamentales de la medición (antes y después de la integración de la RA en la enseñanza de MCI). El coeficiente obtenido fue de 0.88, indicando una alta consistencia interna en los ítems del cuestionario.

Tabla 1 Estadística de fiabilidad del instrumento

| Alfa de Cronbach | Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados | No de elementos |
|------------------|--|-----------------|
| 0,88 | 0,88 | 10 |

Fuente: Encuesta aplicada antes de la integración de la RA en la enseñanza de MCI

La validación por expertos se desarrolló mediante el procedimiento denominado validez de contenido por expertos para asegurar que la prueba o test cumpla con los requisitos necesarios, garantizando así que sea apropiado para su utilización en investigaciones. Este proceso proporciona una mayor confianza en la idoneidad del test, asegurando que cubra los temas necesarios durante la revisión del tema de estudio (Torres *et al*, 2022).

Para llevar a cabo la validación de contenido por expertos, se emplea el método propuesto por el investigador Hernández Nieto, conocido como "Coeficiente de Validez de Contenido (CVC). El CVC es una herramienta útil para evaluar la calidad del contenido de un cuestionario antes de su aplicación en la encuesta, garantizando que los ítems sean pertinentes, claros y adecuados para medir el concepto que se pretende evaluar. Este método de validación de Hernández-Nieto (2002, citado por Torres *et al*, 2022) requiere que la prueba o test sea revisado y evaluado por al menos 3 expertos en el tema.

Tabla 2 Validación de contenido por expertos

| Item | Jueces | | | | | S _{xi} | M _x | S _{xi} /M _x | CVC _i | P _{ei} | CVC _{tc} |
|------|--------|----|----|----|----|-----------------|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| 1 | 25 | 23 | 25 | 24 | 24 | 121 | 25 | 4,840 | 0,1936 | 0,008 | 0,1856 |
| 2 | 25 | 24 | 24 | 23 | 25 | 121 | 25 | 4,840 | 0,1936 | 0,008 | 0,1856 |
| 3 | 23 | 25 | 23 | 24 | 23 | 118 | 25 | 4,720 | 0,1888 | 0,008 | 0,1808 |
| 4 | 24 | 23 | 24 | 25 | 25 | 121 | 25 | 4,840 | 0,1936 | 0,008 | 0,1856 |
| 5 | 24 | 25 | 24 | 23 | 24 | 120 | 25 | 4,800 | 0,1920 | 0,008 | 0,1840 |
| 6 | 23 | 24 | 24 | 25 | 24 | 120 | 25 | 4,800 | 0,1920 | 0,008 | 0,1840 |
| 7 | 24 | 24 | 23 | 23 | 24 | 118 | 25 | 4,720 | 0,1888 | 0,008 | 0,1808 |
| 8 | 23 | 24 | 25 | 23 | 25 | 120 | 25 | 4,800 | 0,1920 | 0,008 | 0,1840 |
| 9 | 24 | 23 | 23 | 24 | 25 | 119 | 25 | 4,760 | 0,1904 | 0,008 | 0,1824 |
| 10 | 25 | 24 | 23 | 24 | 24 | 120 | 25 | 4,800 | 0,1920 | 0,008 | 0,1840 |

Nota: Encuesta aplicada a los expertos

Para llevar a cabo el estudio se emplearon aplicaciones de RA diseñadas específicamente para la visualización y manipulación interactiva de modelos tridimensionales de motores a gasolina. Las aplicaciones permitieron a los estudiantes explorar componentes del motor, procesos de ensamblaje y diagnóstico de fallas en un entorno virtual interactivo, utilizando tabletas proporcionadas por el instituto.

El estudio adoptó un diseño de medidas repetidas o pretest-postest con un solo grupo, para evaluar la eficacia de la RA en la enseñanza de MCI. La investigación se dividió en tres fases principales:

- Fase 1: Evaluación inicial (pretest): Antes de la intervención con RA, se aplicó un pretest para evaluar la familiaridad de los estudiantes con la RA, su comprensión de los conceptos clave de MCI, su nivel de motivación y sus habilidades prácticas y teóricas.
- Fase 2: Intervención con RA: Durante las dieciséis (16) semanas correspondientes al período académico en el que se impartió la asignatura de Motores a Gasolina, los estudiantes interactuaron con las aplicaciones de RA como parte de su currículo, complementando las metodologías de enseñanza tradicionales.
- Fase 3: Evaluación final (postest): Al final de la intervención, se administró un postest idéntico al pretest para medir los cambios ocurridos durante la intervención con RA.

Como procedimiento general los estudiantes completaron el pretest una semana antes de comenzar la intervención con RA. Durante la fase de intervención, se integraron sesiones de RA en el aula bajo la supervisión del docente investigador. Al finalizar la intervención, se administró el postest para evaluar los efectos de la RA en el aprendizaje y la motivación.

Resultados de la evaluación inicial antes de la intervención con RA **Categoría 1: Percepciones sobre la Realidad Aumentada**

La información de la tabla 3 permitió observar que el 40 % de los estudiantes poseían un conocimiento limitado sobre la realidad aumentada. Aunque es posible que hayan escuchado sobre esta tecnología, es probable que carezcan de una comprensión profunda o experiencia práctica en su uso.

Tabla 3 Nivel de familiaridad con la realidad aumentada

| Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Muy baja | 12 | 30% |
| Baja | 16 | 40% |
| Moderada | 8 | 20% |
| Alta | 4 | 10% |
| Muy Alta | 0 | 0% |

El 30 % de ellos muestran una familiaridad aún más baja. A su vez, el 20 % cuenta con un nivel moderado de entendimiento. Solo el 10 % de los encuestados demuestran un conocimiento elevado en el ámbito de la realidad aumentada.

Categoría 2: Mejora del aprendizaje

Los datos de la tabla 4 reflejan que un 35 % de los encuestados consideran que la realidad aumentada contribuye de alguna manera a mejorar su proceso de aprendizaje. Este hallazgo sugiere que, para una parte significativa de los encuestados, la tecnología tiene un impacto positivo, aunque no necesariamente transformador, en su desarrollo educativo.

Tabla 4 Mejora del aprendizaje con realidad aumentada

| Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|--|--------------------|--------------------|
| No lo mejora en absoluto | 2 | 5% |
| Mejora muy poco el aprendizaje | 6 | 15% |
| Mejora en alguna medida el aprendizaje | 14 | 35% |
| Mejora bastante el aprendizaje | 12 | 30% |
| Mejora completamente el aprendizaje | 6 | 15% |

Por otro lado, un 30 % afirma que la realidad aumentada tiene un impacto significativo en mejorar su aprendizaje. En contraste, un 15 % de los estudiantes percibieron que esta tecnología tiene un impacto mínimo, mientras que un 15 % la describieron como completamente transformadora para su proceso educativo. Solo un 5 % de los encuestados manifiesta que la realidad aumentada no incide positivamente en su aprendizaje.

Categoría 3: Comparación de efectividad

El 40 % de los estudiantes tiene una comprensión baja de estos conceptos, en tanto que un 30 % posee una comprensión moderada de los mismos.

Tabla 5 Comprensión de los conceptos clave de MCI

| Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|------------|-------------|-------------|
| Muy baja | 8 | 20% |
| Baja | 16 | 40% |
| Moderada | 12 | 30% |
| Alta | 4 | 10% |
| Muy alta | 0 | 0% |

Además, un 20 % de ellos muestra un nivel de comprensión muy bajo de los conceptos clave de MCI. No se registró ningún estudiante con un nivel de comprensión muy alta.

Categoría 4: Motivación y compromiso

Los resultados de la encuesta referidos a la motivación y el compromiso para aprender sobre MCI muestran que un 40% de los estudiantes exhibe un nivel moderado de motivación para aprender sobre MCI. Este segmento de estudiantes demuestra un interés palpable en el tema y una disposición para adquirir conocimientos, aunque su nivel de motivación no alcanza niveles excepcionalmente altos.

Tabla 6 Nivel de motivación para aprender sobre MCI

| Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|------------------------|-------------|-------------|
| Nada motivado | 4 | 10% |
| Poco motivado | 10 | 25% |
| Moderadamente motivado | 16 | 40% |
| Motivado | 8 | 20% |
| Muy motivado | 2 | 5% |

De igual manera, un 25 % manifiesta un nivel bajo de motivación para aprender sobre MCI, mientras que un 20 % muestra un nivel más alto de motivación en este ámbito. Además, el 10 % de los encuestados presenta una notable falta de motivación para aprender sobre MCI. Por último, solo un 5 % de los estudiantes revela un alto nivel de motivación para abordar este tema específico.

Categoría 5: Habilidades Prácticas y Teóricas

El 35 % de los estudiantes encuestados exhibe una capacidad baja para aplicar teorías en situaciones prácticas. Aunque estos estudiantes pueden tener un nivel de comprensión teórica, enfrentan dificultades para poner en práctica este conocimiento de manera efectiva.

Tabla 7. Habilidad para aplicar teorías de MCI en situaciones prácticas

| Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|------------------------|-------------|-------------|
| Nada motivado | 4 | 10% |
| Poco motivado | 10 | 25% |
| Moderadamente motivado | 16 | 40% |
| Motivado | 8 | 20% |
| Muy motivado | 2 | 5% |

Al mismo tiempo, un 30 % de los estudiantes demuestra una capacidad moderada para aplicar teorías en situaciones prácticas. Además, el 25 % de los encuestados muestra una capacidad muy baja para aplicar teorías de MCI en situaciones prácticas. Destaca que solo un 10% de los estudiantes encuestados muestra una capacidad efectiva para aplicar teorías en situaciones prácticas.

Experiencia educativa utilizando realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de MCI

En el propósito de superar las limitaciones de los métodos tradicionales de enseñanza de MCI, la incorporación de la realidad aumentada como innovación transformadora una experiencia educativa inmersiva y dinámica, permitiendo a los estudiantes visualizar en tiempo real las complejas operaciones internas de un motor, desde la combustión hasta la mecánica de fluidos, de manera que antes solo se podía imaginar o ver en modelos estáticos.

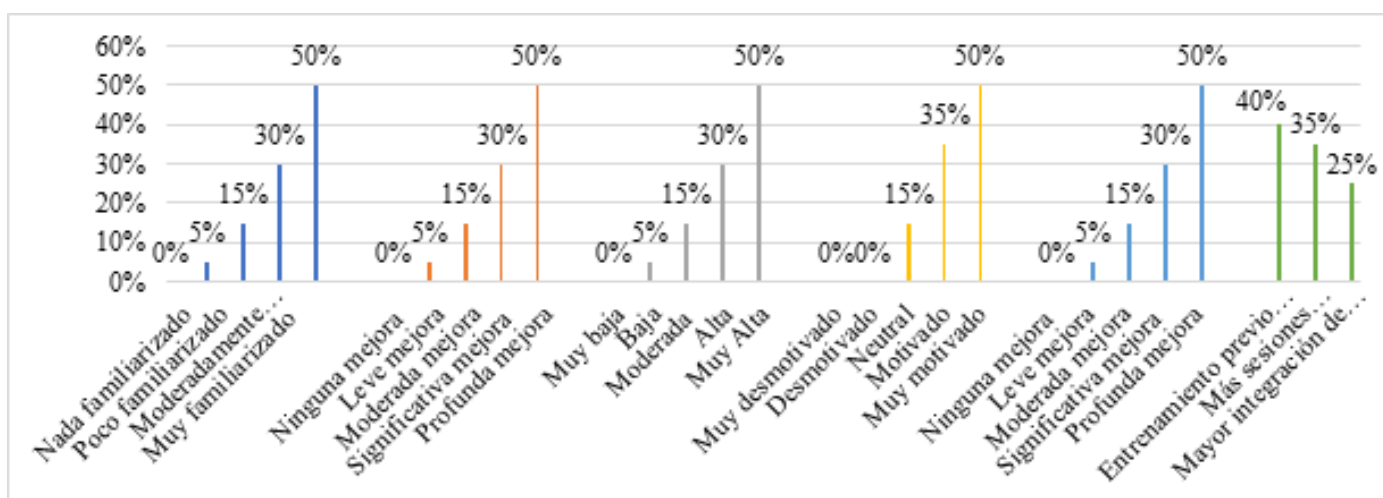
Esta tecnología facilita un aprendizaje experiencial, donde los conceptos teóricos se comprenden mejor a través de la interacción directa con modelos virtuales tridimensionales de motores, mejorando así la retención de conocimiento y estimulando la curiosidad y el interés en la materia. Al superar las barreras físicas y económicas

asociadas con el manejo de motores reales, la RA se posiciona como una herramienta pedagógica clave para preparar a los futuros tecnólogos superiores en un entorno de aprendizaje más accesible, flexible y enriquecedor.

La implementación de la realidad aumentada se llevó a cabo a lo largo de treinta y seis (36) horas de prácticas de aprendizaje, distribuidas en nueve (9) semanas de laboratorio, dentro del marco de la asignatura de Motores Gasolina. La asignatura forma parte del currículo de la carrera Tecnología Superior en Mantenimiento y Reparación de Motores a Diésel y Gasolina y está estructurada en tres (3) unidades de estudio. Este enfoque didáctico innovador, que aprovecha las ventajas de la realidad aumentada, se ha diseñado para enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes, facilitando una comprensión más profunda y aplicada de los contenidos.

Evaluación de la efectividad de la realidad aumentada en la comprensión de MCI

Los resultados del post-test después de aplicar la realidad aumentada (RA) en la enseñanza de MCI a la misma muestra de cuarenta (40) estudiantes universitarios, reflejan el impacto percibido de la RA en su aprendizaje. Estos resultados pretenden demostrar la pertinencia e impacto de la RA en el ámbito educativo, particularmente en el estudio de MCI



| | |
|---------------------------------------|---|
| ■ | Nivel de familiaridad con la RA |
| ■ | Mejora del aprendizaje con RA |
| ■ | Comprensión de conceptos clave |
| ■ | Motivación por el aprendizaje de MCI |
| ■ | Mejora en habilidades prácticas |
| ■ | Mejoras sugeridas para el uso de la RA a futuro |

En la categoría enfocada en las percepciones de los estudiantes sobre la RA, se evidencia que la mayoría de los participantes (80 %) reportaron niveles altos de familiaridad (Muy familiarizado y Extremadamente familiarizado) con la RA después luego de la experiencia. Esto indica un exitoso nivel de introducción y comprensión de la tecnología entre los estudiantes. Igualmente, la mejora del aprendizaje con RA, es reconocida por el mismo 80% que apreció mejoras significativas en su aprendizaje, ya sea de forma significativa o profunda. Esto sugiere que la RA fue percibida como un medio efectivo para mejorar el proceso de aprendizaje.

Con respecto a la categoría de comparación de efectividad de la RA, los estudiantes reconocen una mejor comprensión de conceptos clave después de la experiencia, la distribución de respuestas indica que el 80 % de los participantes alcanzó niveles altos de comprensión (Alta y Muy Alta) de dichos conceptos después de completar la asignatura, lo que sugiere una alta efectividad de la enseñanza con RA de estos contenidos complejos. La motivación y compromiso constituye la categoría 3 y en este sentido el 85 % de los estudiantes se sintieron motivados o muy motivados para continuar su aprendizaje en el área temática en cuestión. Este alto nivel de motivación es indicativo del impacto positivo de la RA no solo en el aprendizaje inmediato, sino también en el interés a largo plazo en el tema, por lo que reconocemos un elevado nivel de motivación para seguir aprendiendo.

La mejora en habilidades prácticas con RA corresponde a la categoría 5 denominada habilidades prácticas y teóricas y aquí nuevamente, el 80 % reportó mejoras significativas o profundas en sus habilidades prácticas.

Esto destaca la utilidad de la RA para proporcionar una experiencia de aprendizaje práctica y aplicada, crucial en áreas que requieren habilidades tanto teóricas como prácticas.

Los principales desafíos en el uso de la RA fue un aspecto consustancial de la categoría 5: referida a los desafíos y limitaciones; a pesar de los resultados positivos, los participantes identificaron de manera unánime desafíos importantes relacionados con problemas técnicos, acceso a dispositivos y comprensión del contenido, lo que sugiere áreas claves para mejorar la implementación de la RA.

Las mejoras sugeridas por los estudiantes para el uso de la RA a futuro, implican áreas clave como la capacitación previa, el aumento de las prácticas y la integración con actividades relevantes para mejorar su experiencia y el valor educativo de la RA.

Concisamente, los resultados del post-test muestran una percepción muy positiva de la RA como herramienta educativa, demostrando su potencial para mejorar significativamente el aprendizaje, la comprensión de conceptos claves, las habilidades prácticas y la motivación por aprender. Sin embargo, también subrayan la necesidad de abordar los desafíos técnicos y de accesibilidad para maximizar su efectividad. La implementación de las mejoras sugeridas podría ayudar a superar estos desafíos y optimizar el uso de la RA en entornos educativos futuros.

DISCUSIÓN

Las evidencias muestran el potencial transformador de la realidad aumentada (RA) frente a los métodos tradicionales en la enseñanza de MCI

Los métodos tradicionales utilizados para la enseñanza de MCI incluyen clases magistrales, laboratorios y prácticas, así como lecturas y estudios de caso (Cabero y Barroso, 2018). Estos métodos son útiles para presentar conceptos teóricos, permitir la interacción con motores reales y complementar la enseñanza teórica con ejemplos prácticos del mundo real (Azuma, 1997). Sin embargo, estos enfoques tradicionales también presentan limitaciones significativas.

El acceso limitado a equipos y recursos puede restringir la disponibilidad de experiencias prácticas para todos los estudiantes, mientras que el enfoque predominantemente teórico puede dificultar la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes. Además, la falta de interactividad y participación estudiantil en estos métodos puede limitar el compromiso y el aprendizaje activo (Albuja y Romero, 2022).

Por otro lado, la realidad aumentada (RA) ofrece nuevas posibilidades para la enseñanza de MCI al superar estas limitaciones. A través de la RA, los estudiantes pueden sumergirse en entornos virtuales interactivos donde pueden explorar y manipular modelos tridimensionales de motores con un nivel de detalle sin precedentes, a este respecto se considera que “la realidad aumentada es uno de esos avances que, con un buen uso, se puede aprovechar para mejorar la didáctica y hacer materiales creativos e innovadores, motivando el aprendizaje significativo y colaborativo de los estudiantes” (Zaragoza y Cuevas 2020, p. 33).

Tal y como apuntaron De la Torre *et al.* (2013) “La aparición de las tecnologías gráficas avanzadas está influyendo en la manera en que los usuarios pueden manipular la realidad, ofreciendo la posibilidad de sustituir los modelos físicos o corpóreos por modelos virtuales con los que poder interactuar de forma intuitiva” (p. 2)

Esta tecnología fomenta la participación activa y la interacción estudiante-docente, permitiendo una comprensión más profunda y significativa de los conceptos estudiados. Al integrar la RA en el aula, se puede superar la dificultad para simular condiciones reales de funcionamiento de los motores y se pueden proporcionar experiencias de aprendizaje más inmersivas y envolventes para todos los estudiantes (Berumen *et al.*, 2021). En resumen, la RA emerge como una herramienta pedagógica innovadora que tiene el potencial de mejorar significativamente la enseñanza y el aprendizaje de MCI (Azuma, 1997).

Los resultados obtenidos en el estudio destacan la realidad aumentada (RA) como una herramienta didáctica inestimable en la enseñanza de motores de combustión interna a nivel universitario. La alta tasa de familiarización con la tecnología RA reportada por los estudiantes (80%) evidencia un elevado nivel de integración de esta herramienta en el proceso formativo, alineándose con estudios previos que enfatizan la importancia de la familiarización tecnológica para el aprendizaje efectivo (Matías *et al.*, 2023)

La mejora significativa en la comprensión del aprendizaje, reconocida por el mismo porcentaje de estudiantes, corrobora la literatura existente sobre la efectividad de la RA en el progreso del aprendizaje conceptual y práctico. Estos hallazgos son consistentes con la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (2014), la cual sugiere que

las experiencias concretas, como las proporcionadas por la RA, son fundamentales para la adquisición de conocimiento, en este mismo sentido Gleason y Rubio (2020) afirman que “para que el alumnado sea el protagonista activo del aprendizaje, es necesario implementar estrategias y métodos didácticos que generen experiencias vivenciales significativas las cuales contribuyan a desarrollar las competencias deseadas”(p. 2).

La comparación de la efectividad de la RA reveló que los estudiantes experimentaron una mejor comprensión de los conceptos clave, con un 80 % alcanzando niveles altos de comprensión. Esto refleja la capacidad de la RA para facilitar una comprensión más profunda de contenidos complejos, un aspecto respaldado por García y Martínez (2024), quienes identificaron que la visualización tridimensional mejora la comprensión espacial y conceptual.

El impacto positivo de la RA en la motivación y el compromiso de los estudiantes es particularmente notable, con un 85% de los participantes expresando altos niveles de motivación. Este hallazgo es crucial ya que la motivación es un predictor importante del éxito académico y del aprendizaje continuo, tal como afirma “...se puede considerar que la RA posee un alto potencial para ser utilizada en entornos educativos y que, además, la RA despierta interés entre los estudiantes” (Berumen *et al.*, 2021, p. 19)

La mejora en habilidades prácticas con RA resalta la relevancia de la RA en proporcionar una experiencia de aprendizaje integral que es fundamental en campos aplicados como la ingeniería (Vázquez *et al.*, 2020). No obstante, los desafíos identificados en el uso de la RA, como problemas técnicos y de accesibilidad, deben abordarse para optimizar su implementación. Estos desafíos son consistentes con los reportados por Montenegro y Fernández (2022), quienes argumentaron que la infraestructura técnica es a menudo una barrera para la adopción de nuevas tecnologías en el aula.

Las mejoras sugeridas por los estudiantes, que incluyen capacitación previa y un aumento de las prácticas, son críticas para mejorar la experiencia educativa con la RA. La integración de estas mejoras es vital para incrementar el valor educativo de la RA, una perspectiva también apoyada por la investigación de Montenegro y Fernández (2022) sobre las posibilidades y desafíos de la RA en la educación superior.

En conclusión, este estudio confirma el potencial de la RA como una herramienta educativa efectiva, capaz de mejorar significativamente el aprendizaje, la comprensión de conceptos clave, las habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes. Para aprovechar plenamente este potencial, es imprescindible abordar y superar los desafíos técnicos y de accesibilidad identificados.

Posibles mejoras y recomendaciones para futuras implementaciones

Sobre la base de los resultados de la investigación se sugieren las siguientes mejoras y recomendaciones que podrían considerarse para futuras implementaciones de la realidad aumentada (RA) en la enseñanza de motores de combustión interna y campos relacionados. Antes de introducir la RA en el aula, es esencial proporcionar formación previa tanto a estudiantes como a docentes para asegurar una transición eficiente hacia su uso, lo que implica también la necesidad de invertir en la mejora de la infraestructura técnica para garantizar la compatibilidad y el rendimiento óptimo de estas herramientas.

Además, la implementación de un sistema de evaluación continua y feedback por parte de los estudiantes ayudará a ajustar y mejorar la experiencia educativa con la RA. La accesibilidad y la equidad también juegan un papel crucial, buscando garantizar que todos los estudiantes tengan igualdad de acceso a los recursos necesarios. La promoción de la investigación y el desarrollo, así como la interdisciplinariedad en proyectos que conecten la teoría con la práctica en distintas áreas, abrirán nuevas avenidas para el uso educativo de la RA. La personalización del aprendizaje a través de la RA, adaptando las experiencias educativas al ritmo y estilo de cada estudiante, junto con el fomento de la colaboración y el trabajo en equipo en proyectos grupales, potenciará tanto el aprendizaje individual como colectivo.

El uso de análisis de datos para comprender cómo interactúan los estudiantes con la RA y mejorar consecuentemente la experiencia de aprendizaje, se perfilan como estrategias clave para maximizar el potencial educativo de la realidad aumentada en el ámbito de la ingeniería y más allá. Estas mejoras y recomendaciones, integradas de forma estratégica, tienen el potencial de transformar significativamente la enseñanza de motores de combustión interna, haciéndola más interactiva, accesible y efectiva

Estas recomendaciones buscan mejorar la experiencia de aprendizaje y aumentar la eficacia de la RA como herramienta educativa. Es importante que las futuras implementaciones se basen en una evaluación continua y que se adapten a los comentarios y necesidades de los estudiantes y docentes para garantizar la relevancia y el impacto positivo de la RA en la educación.

CONCLUSIONES

La investigación realizada aporta evidencia convincente sobre la viabilidad y efectividad de la realidad aumentada (RA) como herramienta didáctica en la enseñanza de motores de combustión interna (MCI) a estudiantes universitarios. La introducción de la RA en el aula ha demostrado ser viable, con estudiantes que rápidamente se familiarizaron con esta tecnología y reconocieron mejoras significativas en su aprendizaje.

El estudio demostró que la implementación de la realidad aumentada (RA) en la enseñanza de motores de combustión interna favoreció un significativo aumento en la familiaridad de los estudiantes con esta tecnología emergente. Un considerable 80% de los participantes reportó altos niveles de familiaridad post-intervención, lo que sugiere una acertada integración de la RA en el proceso formativo. Asimismo, un porcentaje equivalente de estudiantes reconoció mejoras significativas en su comprensión de los conceptos clave de la asignatura, constituyendo esto un indicador de que la RA es una herramienta efectiva para facilitar una comprensión profunda de los motores de combustión interna.

El incremento en la motivación y el compromiso de los estudiantes constituye otra de las aportaciones del estudio, un 85 %, expresó una motivación elevada para aprender sobre los motores de combustión interna. Este es un hallazgo crucial, ya que la motivación es un componente esencial para el éxito académico y profesional a largo plazo. Asimismo, la RA ha demostrado ser un catalizador para la mejora de habilidades prácticas, pues un 80 % de los estudiantes reportó un avance significativo en este sentido. Esta mejora es fundamental en la formación del profesional en Mantenimiento y Reparación de Motores a Diésel y Gasolina, donde el conocimiento teórico debe complementarse con la competencia práctica.

A pesar de los resultados positivos, los participantes identificaron desafíos notables relacionados con problemas técnicos y de acceso a dispositivos, que son áreas clave para futuras mejoras en la Carrera de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diésel y Gasolina. La retroalimentación de los estudiantes sugiere que la capacitación previa, el aumento de la práctica y la integración de actividades relevantes pueden mejorar significativamente la experiencia educativa con la RA. Finalmente, mientras que la RA ha mostrado un potencial considerable para enriquecer la educación universitaria en el campo de los motores de combustión interna, es imperativo abordar los desafíos técnicos y mejorar la accesibilidad para maximizar su eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agelet de Saracibar, A. (2022). Motores de automóviles, nuevas tecnologías y transición energética. [Trabajo Final de Grado. Universidad de Lleida]. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/6b48e6ac-0c5b-455b-b099-a9757e8349e8/content>
2. Aguirre Herráez R. G.; García Herrera D. G.; Guevara Vizcaíno C. F.; Erazo-Álvarez J. C. (2020) Realidad aumentada y educación en el Ecuador. Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA, V(5). <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i5.1052>
3. Albuja Landi, V. Romero F. (2022). Métodos Tradicionales y Alternativos, Su Incidencia en la Calidad del Proceso de Enseñanza–Aprendizaje de la Estadística Inferencial en la Escuela de Ingeniería Mecánica. Pol. Con. 7(70), 1398-1406.
4. Alulema P., Amancha P. (2020). Estrategias de aprendizaje aplicadas a la asignatura motores de combustión interna para cumplimiento de logros de aprendizaje. Revista Científica UISRAEL, 7(3), 65–80. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n3.2020.30>.
5. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355-385.
6. Berumen López, E., Acevedo Sandoval, S., Reveles Gamboa, S. (2021). Realidad aumentada como técnica didáctica en la enseñanza de temas de cálculo en la educación superior. Estudio de caso. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11(22), e040. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.890>
7. Cabrera Darío G., Ochoa Sergio C. (2021). Herramientas tecnológicas y educación activa: Aprendizajes y experiencias desde una perspectiva docente. EPISTEME KOINONIA, 4(8). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/258/2582582016/index.htm>
8. De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Saorín Pérez, J. L., Carbonell Carrera, C., Contero González, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional RED. Revista de Educación a Distancia, (37), 1-17.
9. Gleason Rodríguez M. A y Rubio J. E. (2020). Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente. Revista Educación, 44(2), 2215-2644. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.40197>

10. Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C. & Marín Marín, J. A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
11. Javier Luque, O. (2020). Realidad virtual y realidad aumentada. https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/063001.pdf
12. Kolb, D. (1984). *Experiential learning experiences as the source of learning development*. Prentice Hall.
13. Romano, L. D. P. (2022). Realidad Aumentada en Contextos Educativos y su Relación con el Rendimiento Académico Universitario. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (33), 134-135. doi: 10.24215/18509959.33.e16
14. Matías Olabe, J. C., Mendoza Vivanco, E. D., Robles Romero, E. O. y Loaiza Sanchez J. M. (2023). Realidad Aumentada para Fortalecer el Aprendizaje en la Asignatura de Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8371
15. Montenegro Rueda, M., y Fernández Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (23), 95–114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
16. Morocho, P. J. (2022) Aula invertida y aprendizaje de motores de combustión interna de los estudiantes de bachillerato técnico. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.] <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3684/1/77969.pdf>
17. Pérez, S., Muñoz, A., Stefanoni, M. E. y Carbonari, D. (2021). Realidad virtual, aprendizaje inmersivo y realidad aumentada: Casos de Estudio en Carreras de Ingeniería. <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120930/Ponencia.pdf?sequence=1>
18. Quimbita Unapanta, F. (2023). Realidad aumentada en la enseñanza de motores de combustión interna. [Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Indoamérica].
19. Rodríguez Vizzuett, L., Guerrero García, J. y Olmos Pineda, I. (2021). La Realidad Aumentada: Creando experiencias motivadoras en el aula. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000005453.pdf>
20. Sandoval Poveda, A. M. y Tabash Pérez, F. (2021). Realidad virtual como apoyo innovador en la educación a distancia. *Revista Innovaciones Educativas*, 23(Número Especial). DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v23iespecial.3622>
21. Soca Cabrera, J. R. (2022). Emisiones contaminantes de los motores de combustión interna. https://www.researchgate.net/publication/357753927_EMISIONES_CONTAMINANTES_DE_LOS_MOTORES_DE_COMBUSTION_INTERNA
22. Vázquez Cano, E., Gómez Galán, J., Burgos Videla, C. y López Meneses, E. (2020). Realidad aumentada (RA) y procesos didácticos en la universidad: estudio descriptivo de nuevas aplicaciones para el desarrollo de competencias digitales. *Psy, Soc, & Educ*, 12(3).
23. Zaragoza Pérez, R. y Cuevas Escudero, A. L. (2020). Realidad aumentada en la enseñanza. *Revista Digital Universitaria*, 21(6). https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/a9_Realidad-aumentada-en-la-ensenanza.pdf. doi: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.9>
24. Torres-Malca, J. R. *et al.* (2022). Validez de contenido por juicio de expertos de un instrumento para medir conocimientos, actitudes y prácticas sobre el consumo de sal en la población peruana. *Rev. Fac. Med. Hum.*, 22(2), 273-279. DOI. 10.25176/RFMH.v22i2.4768

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Rodrigo Andrés Cárdenas Yáñez y Wilma Lorena Gavilanes López: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.